

CLIPPEDIMAGE= JP02000350390A
PAT-NO: JP02000350390A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000350390 A
TITLE: SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

PUBN-DATE: December 15, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISHIMOTO, TAKEAKI	N/A
YAMAI, HIROYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DAIKIN IND LTD	N/A

APPL-NO: JP11158605
APPL-DATE: June 4, 1999

INT-CL_(IPC): H02K001/16; H02K001/12 ; H02K019/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase efficiency, and to decrease noise by specifying the ratio of the width of the tooth part of a stator to back yoke width.

SOLUTION: An SR motor is in a 6-pole type, and six inward tooth parts 1b are formed in one piece at even intervals for a cylindrical back yoke part 1a. Also, the SR motor is equipped with a stator 1 where stator coil winding is wound to a slot part 1c being formed by two blade parts 1b adjacent to the back yoke part 1b, and a rotor 2 where, for example, four outward tooth parts 2b are formed in one piece at even intervals for a columnar body part 2a. Then, when the thickness of the back yoke part 1a (back yoke width) and the width of the tooth part (tooth part) are set to Wy and Wt, respectively, a ratio

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-350390

(P2000-350390A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 2 K 1/16

H 0 2 K 1/16

C 5 H 0 0 2

1/12

1/12

A 5 H 6 1 9

19/10

19/10

A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-158605

(22) 出願日

平成11年6月4日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72) 発明者 西本 武明

滋賀県草津市岡本町宇大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72) 発明者 山井 広之

滋賀県草津市岡本町宇大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(74) 代理人 100087804

弁理士 津川 友士

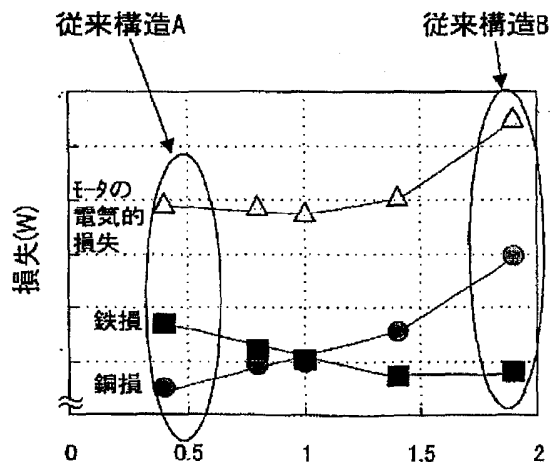
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スイッチトリラクタンスモータ

(57) 【要約】

【課題】 騒音の低減と高効率化とを両立させる。

【解決手段】 バックヨーク幅 W_y と歯幅 W_t との比 α ($=W_y/W_t$)を、0.8以上、かつ1.4以下に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子(1)の内面に所定間隔ごとに内向きに突出する歯部(1b)を設け、歯部(1b)により規定されるスロット(1c)に固定子巻線を巻回しているとともに、固定子(1)の内部に回転子(2)を設けてなるスイッチトリラクタンスモータであって、固定子(1)の歯部(1b)の幅 W_t とバックヨーク(1a)の幅 W_y との比 W_y/W_t を高効率化と低騒音化とを達成できる所定値に設定したことを特徴とするスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項2】 固定子(1)の歯部(1b)の幅 W_t とバックヨーク(1a)の幅 W_y との比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.4以下に設定した請求項1に記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項3】 前記比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.0以下に設定してある請求項2に記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項4】 前記比 W_y/W_t を1.0以上、かつ1.4以下に設定してある請求項2に記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項5】 固定子(1)の歯部(1b)に対応するバックヨーク(1a)の外面に平面状のコアカット(1e)を形成してあるとともに、歯部(1b)の基部に対応させて、バックヨーク(1a)の幅 W_y の減少を補償すべく、平面部(1f)を形成してある請求項1から請求項4の何れかに記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はスイッチトリラクタンスモータ(以下、SRモータと称する)に関し、さらに詳細に言えば、低騒音と高効率とを両立することができる新規なSRモータに関する。

【0002】

【従来の技術】SRモータは、固定子のスロットに集中巻きされた各固定子巻線を離散的に励磁し、図23に示すように形成された磁気回路を通る磁束が変化することによりトルクを発生するモータである。

【0003】ここで、歯部(図23中A参照)で発生した磁束 ϕ_0 は、バックヨーク部で左右に2分されるため、図24に示すバックヨーク部の厚み(幅) W_y を歯部の幅 W_t の1/2以上に設定すれば、歯部で発生した磁束 ϕ_0 を円滑に(すなわち、バックヨーク部で磁気飽和することなく)流すことができる。

【0004】この構成を採用すれば、歯部よりも先にバックヨーク部が飽和し、トルクが減少するという不都合がなく、スロット面積が最大になり、巻線量の増加による巻線抵抗値の低減を達成でき、銅損を最小にでき、ひいてはSRモータの高効率化を達成することができる。

【0005】しかし、上記のようにしてSRモータを試

作したところ、同一出力の従来モータ(誘導モータ、ブラシレスDCモータ)に比べ、約10dB以上、モータ単体騒音が大きくなることが分かった。これは、SRモータが他のモータと駆動方式が異なることに起因する。SRモータの駆動波形と電磁吸引力との関係を図26に示す。固定子と回転子の突極部の重なりが大きくなることに伴って電磁吸引力が増大し、固定子と回転子の突極部どうしが重なったところで電磁吸引力が最大となる。この電磁吸引力により、固定子に径方向の変形(楕円変形)が引き起こされる。この楕円変形の場所は、励磁相が切り換わる毎に変化するので、固定子は凹凸運動を繰り返しながら運転され、騒音を発生する。これが、SRモータ固有の問題点として従来から指摘されていた不都合である。

【0006】そして、この不都合を解消させるべく提案されている方法として、(1)緩衝や補強を行う方法(特開平9-294359号公報、特開平9-103055号公報、特開平9-103056号公報、特開平2-119561号公報参照)、(2)電磁吸引力を低減する方法(特開平9-331663号公報参照)、(3)スキューを入れる方法(米国特許第5266859号明細書参照)、(4)剛性を高める方法(特開平3-159531号公報参照)が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記(1)の方法を採用する場合には、緩衝材、補強材が必要になるので、これらを採用することに伴うコストアップを招くだけでなく、これらを組み込むための工数の増加を招いてしまう。

【0008】前記(2)の方法を採用する場合には、電磁吸引力の低下に伴って発生トルクが低下してしまうという不都合がある。

【0009】前記(3)では、SRモータの騒音を増加させる楕円変形を引き起こす固定子と回転子との間に働く電磁吸引力をスキューにより分散させるものであるが、電磁吸引力の分散によるトルク低下、および式(1)から明らかなように、モータの剛性を上げることには何ら寄与しないことから、モータの固有振動数での騒音は低減できないと考えられる。

【0010】前記(4)の方法を採用する場合には、バックヨーク幅の増加に伴って効率が低下するという不都合がある。

【0011】前記(4)の方法についてさらに説明する。

【0012】一般的に、モータの剛性を上げれば騒音を低減できる。このことは、例えば、文献"Vibration Modes and Acoustic Noise in a Fore-Phase Switched Reluctance Motor"(IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTR

Y, VOL. 32, NOVEMBER/DECEMBER 1996)で示されている。具体的には、共振角振動数 ω を示す次式が示されている。 $\omega^2 = (2 \times 1.04452 / 1.625\pi) \times (E/\rho) \times (t^2/R^4)$ ただし、 E はヤング率、 ρ は材料密度、 t はバックヨーク幅、 R はリング半径である。

【0013】上式から分かるように、モータ外径を変化させることなく剛性を高めるためには、バックヨーク幅を増加させることが必要になる。しかし、図27に示すように単にバックヨーク幅を増加させるとスロット面積が減少し、巻線装着量が減少し、巻線抵抗値が増加し（銅損の増加を招き）、ひいてはモータ効率を低下させてしまう。

【0014】なお、特開平3-159531号公報は、スロット間に三角突起を設けることによる効果の1つとして、突起部の領域における半径方向の厚さが増加するため、剛性を上げることができ、騒音が低下できるが、図28に示すようにスロット面積が減少し、銅損が増加するため、効率の低下をさけることができない。

【0015】騒音低減のため、前記文献“Vibration Modes and Acoustic Noise in a Fore-Phase Switched Reluctance Motor” (IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY, VOL. 32, NOVEMBER/DECEMBER 1996)の考えに基づき、図25に示すように、ヨーク部の厚み W_y を歯部の幅 W_t の2倍になるように設定してSRモータを試作したところ、騒音は約10dB低減できたが、バックヨーク幅を広げたことによりスロット面積が小さくなり、銅損が増加し、効率が低下してしまっ

【0016】以上の各従来方法のように、騒音の低減と高効率化との両立は不可能と思われていた。

【0017】

【発明の目的】この発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、騒音の低減と高効率化とを両立させることができるSRモータを提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1のSRモータは、固定子の内面に所定間隔ごとに内向きに突出する歯部を設け、歯部により規定されるスロットに固定子巻線を巻回しているとともに、固定子の内部には、回転子の外面に所定間隔毎に外向きに突出する歯部を持つ回転子を設けてなるものであって、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を高効率化と低騒音化とを達成できる所定値に設定したものである。

【0019】請求項2のSRモータは、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.4以下に設定したものである。

【0020】請求項3のSRモータは、前記比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.0以下に設定したものである。

【0021】請求項4のSRモータは、前記比 W_y/W_t を1.0以上、かつ1.4以下に設定したものである。

【0022】請求項5のSRモータは、固定子の歯部に対応するバックヨークの外面に平面状のコアカットを形成してあるとともに、歯部の基部に対応させて、バックヨークの幅 W_y の減少を補償すべく、平面部を形成したものである。

【0023】

【作用】請求項1のSRモータであれば、固定子の内面に所定間隔ごとに内向きに突出する歯部を設け、歯部により規定されるスロットに固定子巻線を巻回しているとともに、固定子の内部には、回転子の外面に所定間隔毎に外向きに突出する歯部を持つ回転子を設けてなるものであって、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を高効率化と低騒音化とを達成できる所定値に設定したのであるから、騒音の低減と高効率化とを両立させることができる。

【0024】請求項2のSRモータは、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.4以下に設定したのであるから、騒音の低減と高効率化とを両立させることができる。

【0025】さらに説明する。

【0026】固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 $\alpha = W_y/W_t$ とSRモータの電氣的損失（＝鉄損＋銅損）との関係は、図20に示すように与えられる。そして、この関係から分かるように、比 α の増加に伴ってスロット面積が減少するため、銅損は比 α の増加に伴って増加する。一方、鉄損は、比 α が1.4になるまでは比 α の増加に伴って単調に減少するが、比 α が1.4を越えても鉄損はそれ以上は減少しない。これは、比 α の変化に伴う磁束密度の変化を示す図21から分かるように、比 α が1.4以上になるとバックヨーク部の磁束密度の変化が緩やかになり、鉄損が一般に磁束密度の二乗に比例することによるものと思われる。

【0027】また、図20から分かるように、比 α が0.4以上、かつ1.4の範囲でSRモータの電氣的損失が小さく、さらに、比 α が1前後である場合にSRモータの電氣的損失が極小値となる。

【0028】さらに、比 α の変化に伴うSRモータの騒音の変化を示す図22から分かるように、比 α を0.8以上とすることにより、7dB以上の騒音低減効果を得ることができるが、比 α を1.4以上としても騒音低減効果が少ない（2～3dB程度）にもかかわらず、図20から分かるようにモータの電氣的損失において、スロット面積が減少し、銅損が増加するため、損失が増加してしまう。

【0029】したがって、比 α を上述のように、0.8以上、かつ1.4以下に設定することにより、低騒音と高効率化とを両立させることができる。

【0030】請求項3のSRモータであれば、前記比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.0以下に設定したのであるから、低銅損化を達成することができ、この場合には、固定子巻線による発熱を低減することができ、ひいては、SRモータの絶縁材料として高温まで耐えるものを使う必要がないため、安価な絶縁材料を使用することができる。

【0031】請求項4のSRモータであれば、前記比 W_y/W_t を1.0以上、かつ1.4以下に設定したのであるから、低鉄損化を達成することができ、この場合には、安価な鋼板材料からなる電磁鋼板を採用することができる。

【0032】請求項5のSRモータであれば、固定子の歯部に対応するバックヨークの外面に平面状のコアカットを形成してあるとともに、歯部の基部に対応させて、バックヨークの幅 W_y の減少を補償すべく、平面部を形成したのであるから、材料コストの低減およびハンドリング性の向上を達成できるほか、請求項1から請求項4の何れかと同様の作用を達成することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明のSRモータの実施の態様を詳細に説明する。

【0034】図1はこの発明のSRモータの一実施態様の構成を概略的に示す断面図である。

【0035】このSRモータは、6極タイプのものであり、円筒状のバックヨーク部1aに対して等間隔に6つの内向きの歯部1bを一体形成してなるとともに、バックヨーク部1aと隣り合う2つの歯部1bとで形成されるスロット部1cに固定子巻線（図示せず）を巻回してなる固定子1と、円柱状の本体部2aに対して等間隔に例えば4つの外向きの歯部2bを一体形成してなる回転子2とを有している。

【0036】ただし、図2に示すように12極タイプの構成を採用すること、図3に示すように8極タイプの構成を採用することなどが可能である。

【0037】そして、バックヨーク部1aの厚み（バックヨーク幅）を W_y 、歯部の幅（歯幅）を W_t とした場合に、バックヨーク幅 W_y と歯幅 W_t との比 α （ $=W_y/W_t$ ）を、0.8以上、かつ1.4以下に設定している。

【0038】この構成を採用すれば、スロット面積の減少を最小限にすることができ、銅損の増加を必要最小限にすることができる。同時に、磁束集中が緩和され、磁束密度の上昇を防止して鉄損を低減することができ、モータの電氣的損失を増加させることがない。さらに、図22から分かるように、騒音を7dBA以上低減することができる。したがって、コストアップ要因となる緩衝

材や補強材を用いることなく、かつトルクを低下させることなく、低騒音化と高効率化とを両立させることができる。

【0039】特に、前記比 α を0.8以上、かつ1.0以下に設定すれば、低銅損化を達成できるので、固定子巻線による発熱を小さくすることができ、ひいては、絶縁材料として高温まで耐えるものを使う必要がないため、安価な絶縁材料を使用することができる。逆に、前記比 α を1.0以上、かつ1.4以下に設定すれば、低鉄損化を達成できるので、安価な鋼板材料からなる電磁鋼板を採用することができる。

【0040】なお、以下の各実施態様においても、前記比 α を0.8以上、かつ1.4以下に設定する。なお、上記の知見は、異なる歯の数や外形状に関わりなく適用することができる。以下に種々の実施態様を示すが、何れの場合にも前記比 α を0.8以上、かつ1.4以下に設定している。

【0041】図4はこの発明のSRモータの他の実施態様の構成を概略的に示す断面図である。なお、回転子は図示を省略してある。

【0042】このSRモータが図1のSRモータと異なる点は、バックヨーク部1aの外形を方形とした点のみである。

【0043】この実施態様においては、バックヨーク部1aの厚みが場所によって変化するのであるが、最も小さい厚みをバックヨーク幅 W_y として採用している。また、バックヨーク部1aの4隅角部に貫通孔1dが形成されている。

【0044】なお、この実施態様の場合にも、図5に示すように12極タイプの構成を採用すること、図6に示すように8極タイプの構成を採用することなどが可能である。

【0045】図7はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0046】このSRモータは、歯部1bに対応するバックヨーク部1aの外面に平面状のコアカット1eを施してあるとともに、歯部1bの基部に対応させて、図7中に斜線で示すように、コアカットによるバックヨーク幅の減少を補償すべく、凹所（R部）を形成する代わりに平面部（平面状の筋交形状）1fを形成して、この平面部1fとコアカット部1eとの距離 W_y' を非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y と等しくしてある。

【0047】この構成を採用すれば、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0048】さらに説明する。

【0049】図8に示すように、従来のSRモータにおいて平面状のコアカットを施した場合には、歯部の基部における凹所（R部）とコアカット部との間の距離 W_y

1が、非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y よりも小さい。

【0050】そして、バックヨーク幅は、 W_y ではなく、 W_{y1} となるので、凹所とコアカット部との間において磁束が規制され、磁束の集中が生じる。この結果、鉄損が増加し、モータ効率が低下する。また、凹所とコアカット部との間においてバックヨーク部の厚みが薄くなっているため、剛性が弱くなり、騒音、振動が増加する。

【0051】また、上記の不都合を解消するために、図9に示すように、コアカット部との間の距離が W_y となるようにバックヨーク部1aの厚みを内側に増加させることが考えられるが、この場合には、スロット面積が減少するので（スロット面積の減少率が約22%）、銅損が増加し、モータ効率が低下してしまう。

【0052】これに対して、図7の構成を採用すれば、スロット面積の減少率が約7%であるから、スロット面積の減少を最小限にすることができ、銅損の増加を抑制することができる。また、磁束集中が緩和され、磁束密度の上昇を防止するので、鉄損をも低減できる。この結果、銅損の増加と鉄損の減少とを総合して評価すると、コアカットがない場合と比較して、モータ効率の低下は認められない。

【0053】また、図7に示す筋交形状は、歯部と直角の関係にあり、スロットボトム部が直線であるから、固定子巻線の整列巻きがし易く、占積率が向上し、巻線装着量を大きくできるので、抵抗値の減少、銅損の減少に寄与することができる。

【0054】図10はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0055】このSRモータは、平面状のコアカット部1eの中央部に半円柱状の窪み1gを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状ではなく、歯部1bに連続する所定範囲を内向きに傾斜した平面とすることにより、全体として折れ面形状としてある。なお、この傾斜した平面は、半円柱状の窪み1gとの距離 $W_{y'}$ が、平面状のコアカット部と筋交形状のうち非傾斜平面との距離 W_y と等しくなるように傾きが設定されている。

【0056】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0057】図11はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0058】このSRモータは、平面状のコアカット部

1eの中央部に三角柱状の窪み1hを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状ではなく、歯部1bに連続する所定範囲を内向きに傾斜した平面とすることにより、全体として折れ面形状としてある。なお、この傾斜した平面は、三角柱状の窪み1hとの距離 $W_{y'}$ が、平面状のコアカット部1eと筋交形状1fのうち非傾斜平面との距離 W_y と等しくなるように傾きが設定されている。

【0059】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0060】図12はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0061】このSRモータは、平面状のコアカット部1eの中央部に対応させて貫通孔1iを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状ではなく、歯部1bに連続する所定範囲を内向きに傾斜した平面とすることにより、全体として折れ面形状としてある。なお、この傾斜した平面は、貫通孔1iとの距離 $W_{y'}$ が、平面状のコアカット部1eと筋交形状1fのうち非傾斜平面との距離 W_y と等しくなるように傾きが設定されている。

【0062】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0063】図13はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0064】このSRモータは、平面状のコアカット部1eを形成してあるとともに、筋交形状に代えて、歯部1bの突出先端部に近接する所定位置を起点とする、大きい曲率半径のR形状1jとしてある。なお、このR形状は、コアカット部1eとの距離 $W_{y'}$ が、非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y と等しくなるように曲率半径、および前記起点が設定されている。

【0065】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。ただし、図7に示す筋交形状を採用した場合よりもスロット面積が小さくなるため、図7の実施態様

を採用した場合よりも銅損は増加する。しかし、等価的にバックヨークが広がるため、騒音低減効果は向上する。つまり、剛性重視のモータで効率低下を最小限にする場合に採用できる。

【0066】図14はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0067】このSRモータは、歯部1bに正対する部分に連続する所定範囲に平面状のコアカット部1eを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状としてある。なお、この筋交形状1fは、コアカット部1eとの距離 W_y' が、非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y と等しくなるように設定されている。

【0068】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、油戻し通路の確保、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0069】図15はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0070】このSRモータが図7のSRモータと異なる点は、コアカットを省略した点のみである。

【0071】したがって、この実施態様を採用した場合には、筋交形状部1fに対応する部分において、バックヨーク部1aの厚みが、非筋交形状部に対応するバックヨーク幅よりも大きくなるので、剛性を高めることができる。ただし、筋交形状部1fを形成することに伴ってスロット面積が減少するので、モータ効率は多少低下する。換言すれば、剛性重視のSRモータにおいて効率低下を最小限にする場合に適用できる。

【0072】図16はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0073】このSRモータが図10のSRモータと異なる点は、コアカットを省略して半円柱形状の窪み1gのみを形成した点、および筋交形状1fとして、内向きに傾斜した平面のみからなる形状を採用した点のみである。

【0074】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。ただし、図7に示す筋交形状を採用した場合よりもスロット面積が小さくなるため、図7の実施態様を採用した場合よりも銅損は増加する。しかし、等価的にバックヨークが広がるため、騒音低減効果は向上する。つまり、剛性重視のモータで効率低下を最小限にする場合に採用できる。

【0075】図17はこの発明のSRモータのさらに他

の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0076】このSRモータが図11のSRモータと異なる点は、コアカットを省略して三角形の窪み1hのみを形成した点、および筋交形状1fとして、内向きに傾斜した平面のみからなる形状を採用した点のみである。

【0077】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。ただし、図7に示す筋交形状を採用した場合よりもスロット面積が小さくなるため、図7の実施態様を採用した場合よりも銅損は増加する。しかし、等価的にバックヨークが広がるため、騒音低減効果は向上する。つまり、剛性重視のモータで効率低下を最小限にする場合に採用できる。

【0078】図18はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0079】このSRモータが図12のSRモータと異なる点は、コアカットを省略して貫通孔1iのみを形成した点、および筋交形状1fとして、内向きに傾斜した平面のみからなる形状を採用した点のみである。

【0080】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、貫通孔を形成することにより、ボルトやピンによる固定子の直接固定を達成できるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0081】図19はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0082】このSRモータが図4のSRモータと異なる点は、バックヨーク部1aの外面に多数の方形の窪み1kを形成した点のみである。

【0083】したがって、この実施態様を採用した場合には、放熱性およびハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0084】

【発明の効果】請求項1の発明は、騒音の低減と高効率化とを両立させることができるという特有の効果を奏する。

【0085】請求項2の発明は、騒音の低減と高効率化とを両立させることができるという特有の効果を奏する。

【0086】請求項3の発明は、請求項2の効果に加え、低銅損化を達成して、固定子巻線による発熱を低減することができ、ひいては、SRモータの絶縁材料として高温まで耐えるものを使う必要がないため、安価な絶縁材料を使用することができるという特有の効果を奏

10

20

30

40

50

する。

【0087】請求項4の発明は、請求項2の効果に加え、低鉄損化を達成して、安価な鋼板材料からなる電磁銅板を採用することができるという特有の効果を奏する。

【0088】請求項5の発明は、材料コストの低減およびハンドリング性の向上を達成できるほか、請求項1から請求項4の何れかと同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のSRモータの一実施態様の構成を概略的に示す断面図である。

【図2】変形例を概略的に示す断面図である。

【図3】他の変形例を概略的に示す断面図である。

【図4】この発明のSRモータの他の実施態様の構成を概略的に示す断面図である。

【図5】変形例を概略的に示す断面図である。

【図6】他の変形例を概略的に示す断面図である。

【図7】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図8】従来のSRモータの対応する構成を概略的に示す断面図である。

【図9】図8のSRモータの発展形を概略的に示す断面図である。

【図10】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図11】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図12】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図13】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図14】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図15】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図16】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図17】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図18】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図19】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図20】比 α の変化に伴うSRモータの電氣的損失の変化を説明する図である。

【図21】比 α の変化に伴うバックヨーク部の磁束密度の変化を説明する図である。

【図22】比 α の変化に伴う騒音の変化を説明する図である。

【図23】SRモータの動作原理を説明する概略図である。

【図24】従来のSRモータの構成の一例を概略的に示す断面図である。

【図25】従来のSRモータの構成の他の例を概略的に示す断面図である。

【図26】SRモータの駆動波形と電磁吸引力との関係、および固定子の楕円変形を示す図である。

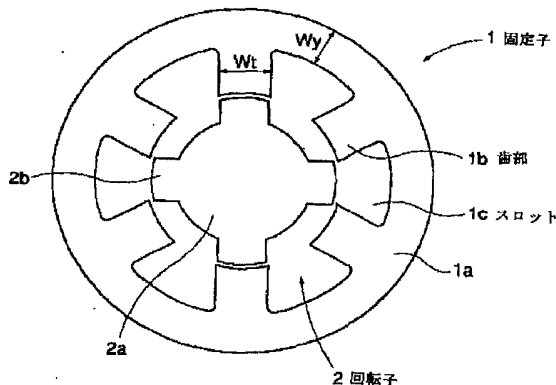
【図27】バックヨークの幅を増加させることに伴うスロット面積の減少を説明する図である。

【図28】スロット間に三角突起を設けることに伴うスロット面積の減少を説明する図である。

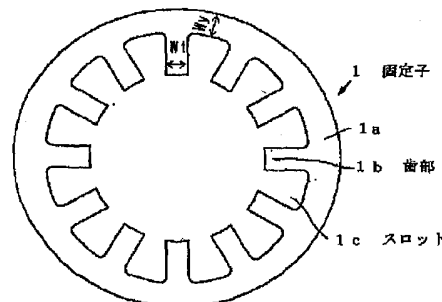
【符号の説明】

1 固定子 1b 歯部
1c スロット 1e コアカット
1f 平面部 2 回転子

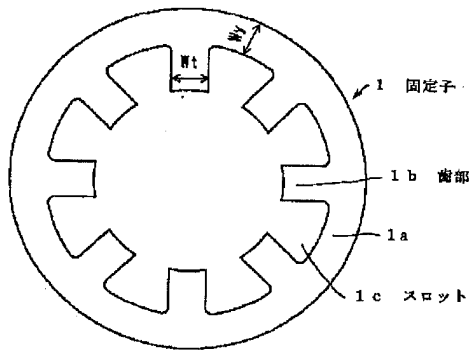
【図1】



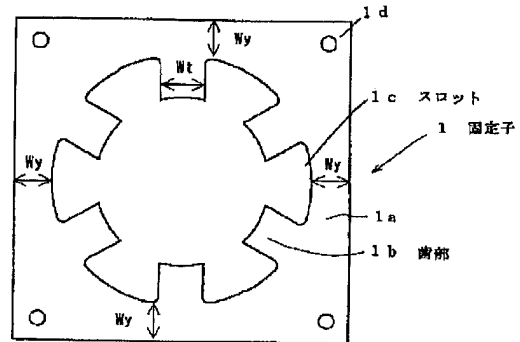
【図2】



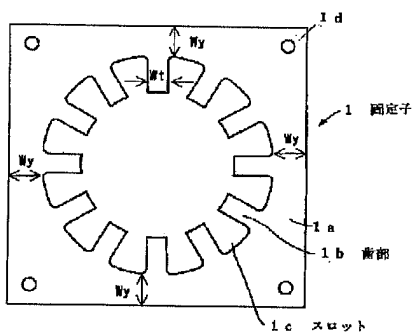
【図3】



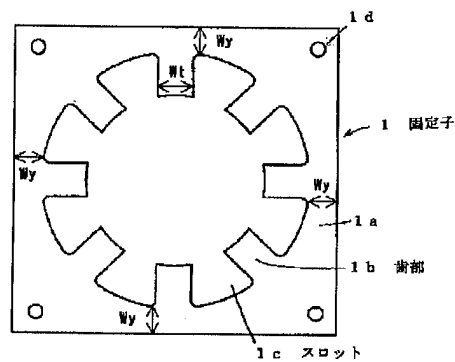
【図4】



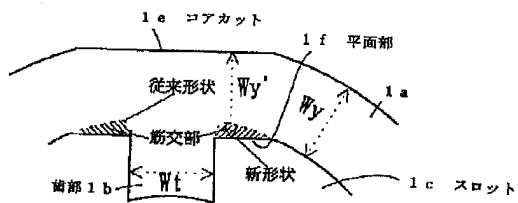
【図5】



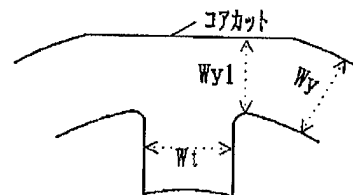
【図6】



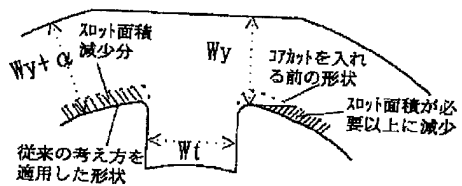
【図7】



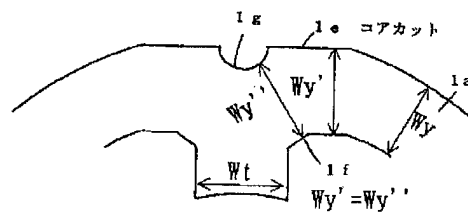
【図8】



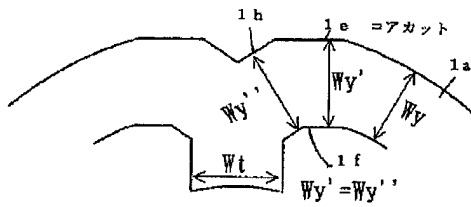
【図9】



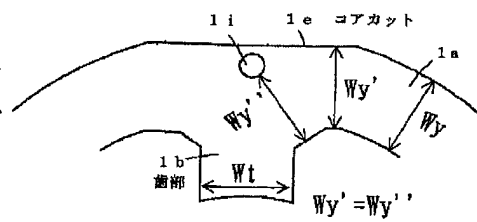
【図10】



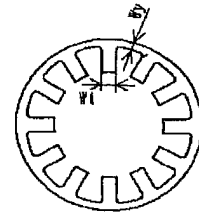
【図11】



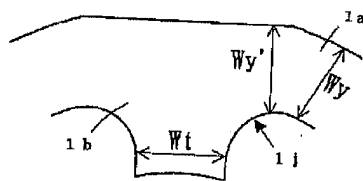
【図12】



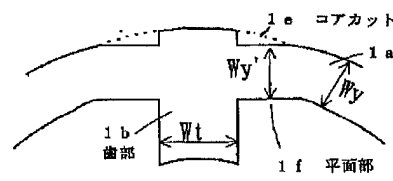
【図24】



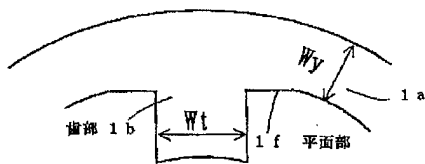
【図13】



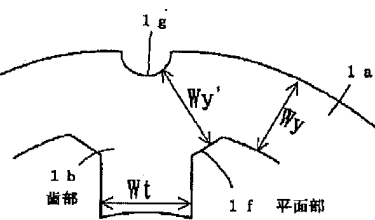
【図14】



【図15】

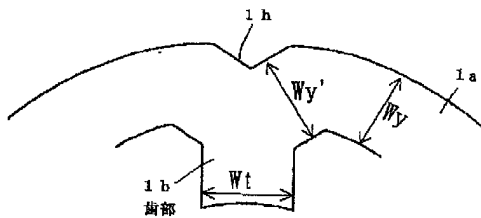


【図16】

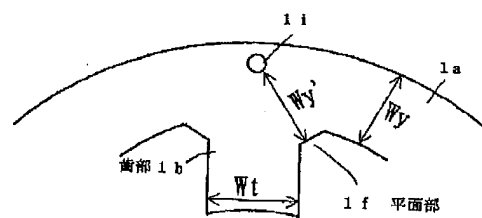


Bad
date

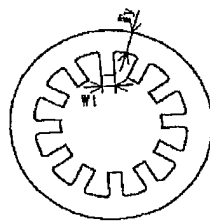
【図17】



【図18】



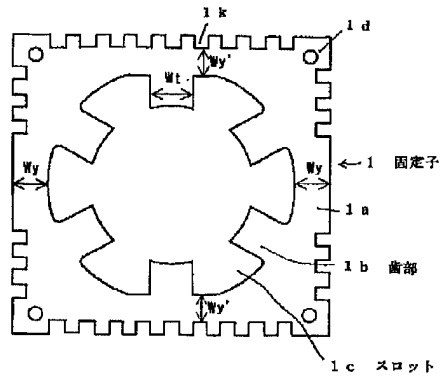
【図25】



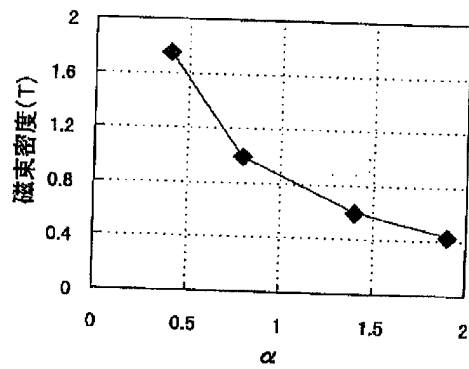
【図27】



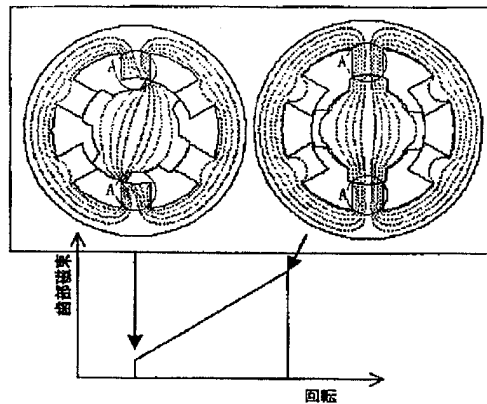
【図19】



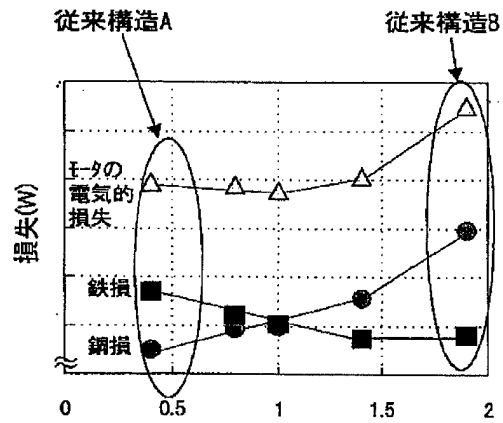
【図21】



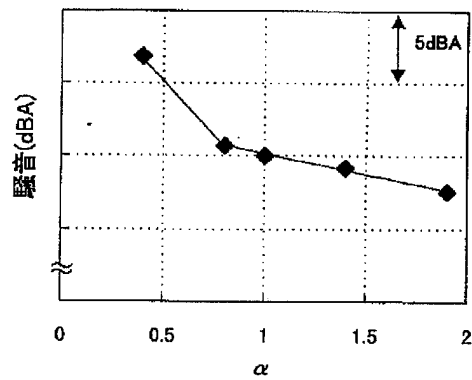
【図23】



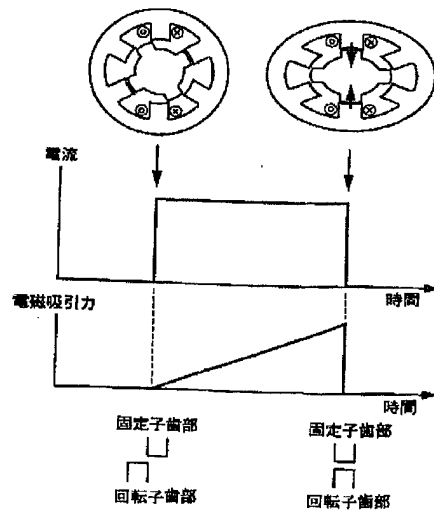
【図20】



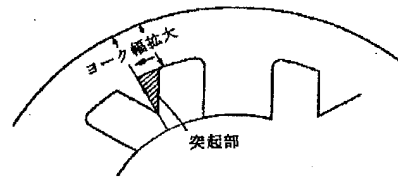
【図22】



【図26】



【図28】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H002 AA03 AA06 AD03 AD08 AE07
AE08
5H619 AA05 AA11 BB01 BB24 PP01
PP05 PP06